

**Brake pressure control unit for road vehicle with hydraulic multi-circuit brakes**

Veröffentlichungsnr. (Sek.) DE4329139  
Veröffentlichungsdatum : 1994-07-28  
Erfinder : STEINER MANFRED DIPL ING (DE)  
Anmelder :: DAIMLER BENZ AG (DE)  
Veröffentlichungsnummer : ☐ DE4329139  
Aktenzeichen:  
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19934329139 19930830  
Prioritätsaktenzeichen:  
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19934329139 19930830  
Klassifikationssymbol (IPC) : B60T8/32 ; B60T8/48 ; B60T8/60 ; B60T7/12 ; B60T8/42  
Klassifikationssymbol (EC) : B60T8/26D, B60T8/40J, B60T8/48B4F, B60T8/48B4D2B  
Korrespondierende Patentschriften

---

**Bibliographische Daten**

---

The unit has individual slave cylinders (58,59) for each circuit (I,II). These connect with a return circulating pump (23,24) of the relevant circuit, against a drive pressure chamber (74) to which a slave pump (57) operating at a lower pressure is connected. A non-return valve (72) blocks the catchment chamber (67) piston connection with the downstream pressure chamber (62), as long as the pressure in the downstream chamber is greater than in the catchment chamber. When the exit pressure at the main cylinder is greater than the pressure in the downstream chamber, a slave control valve (84,86) between the pressure outlet of the slave cylinder and the low pressure connection to the return pump switches from a closed (O) to a flow (I) position. The drive pressure chamber of the slave cylinder then connects with the supply (77) of the brake (1), which is then closed.

Daten aus der **esp@cenet** Datenbank - - I2



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 43 29 139 C 1

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
B 60 T 8/32  
B 60 T 8/48  
B 60 T 8/60  
B 60 T 7/12  
B 60 T 8/42

21 Aktenzeichen: P 43 29 139.2-21  
22 Anmeldetag: 30. 8. 93  
43 Offenlegungstag: —  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 28. 7. 94

DE 43 29 139 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 70327 Stuttgart,  
DE

72 Erfinder:  
Steiner, Manfred, Dipl.-Ing., 71364 Winnenden, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE 41 02 497 C1

54 Bremsdruck-Steuereinrichtung

57 Bei einer für ein Straßenfahrzeug mit hydraulischer Zweikreis-Bremsanlage und einem nach dem Rückförderprinzip arbeitenden Antiblockiersystem (ABS) zur selbsttätigen Aktivierung der Radbremsen vorgesehenen Bremsdruck-Steuereinrichtung werden als Druckquellen die beiden Rückförderpumpen des ABS ausgenutzt. Als Vorladedruckquellen für die Rückförderpumpen sind in der Art von Einkreis-Hauptzylindern ausgebildete Vorladezylinder vorgesehen, deren Nachlaufräume mit je einem Druckausgang des Bremsgeräts verbunden sind. Mittels einer Steuerventilanordnung sind die Druckausgänge der Vorladezylinder an die Hauptbremsleitung je eines Bremskreises oder den Niederdruckausgang seiner Rückförderpumpe anschließbar. Bei einer selbsttätigen Aktivierung einer oder mehrerer Radbremse(n) werden - durch Umschaltung der Steuerventilanordnung - die Druckausgänge der Vorladezylinder gegen die Hauptbremsleitungen der Bremskreise abgesperrt und dafür an die Niederdruckseiten der Rückförderpumpen angeschlossen, des weiteren ein für beide Vorladezylinder gemeinsam vorgesehener Antriebsdruckraum gegen den Vorratsbehälter der Bremsanlage abgesperrt und mit dem Ausgangsdruck einer Vorladepumpe beaufschlagt, und es werden die Rückförderpumpen eingeschaltet.

DE 43 29 139 C 1

Die Erfindung betrifft eine Bremsdruck-Steuereinrichtung für ein Straßenfahrzeug mit hydraulischer Mehrkreis-Bremsanlage mit statischen Bremskreisen, zu deren Druckversorgung bei einer mit mäßiger bis mittlerer Fahrzeugverzögerung erfolgenden Zielbremsung ein mittels eines Bremspedals steuerbarer Hauptzylinder vorgesehen ist, und mit den weiteren, im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 genannten, gattungsbestimmenden Merkmalen.

Eine derartige Bremsdruck-Steuereinrichtung, mittels derer in einer kritischen Fahrsituation eine Vollbremsung bedarfsgerecht selbsttätig steuerbar ist, ist durch die DE 41 02 497 C1 bekannt.

Bei der bekannten Bremsdruck-Steuereinrichtung hat deren Hauptzylinder den Radbremsen einzeln zugeordnete Druckausgänge, die über eine elektrisch ansteuerbare Steuerventilanordnung mit den Bremsdruck-Versorgungsanschlüssen einer Hydraulikeinheit eines nach dem Rückförderprinzip arbeitenden Antiblockiersystems, von denen die Hauptbremsleitungen der einzelnen Bremskreise ausgehen, verbindbar oder gegen diese absperrbar sind, wobei diese Hydraulikeinheit den Radbremsen einzeln zugeordnete, elektrisch ansteuerbare Ein- und Auslaßventile als Bremsdruck-Regelventile sowie den Bremskreisen einzeln zugeordnete Rückförderpumpen umfaßt, mittels derer in Druckabbauphasen der Antiblockierregelung an einer der Regelung unterworfenen Radbremse in eine Rücklaufleitung des jeweiligen Bremskreises abgelassene Bremsflüssigkeit in die Hauptbremsleitung dieses Bremskreises zurückförderbar ist und in Druckaufbauphasen einer mittels einer elektronischen Steuereinheit automatisch gesteuerten Vollbremsung, welche ausgelöst wird, wenn die Geschwindigkeit  $\phi$  mit der der Fahrer das Bremspedal betätigt, größer ist als ein Schwellenwert  $\phi_s$  und/oder die Änderungsrate  $K$  der vom Fahrer ausgeübten Betätigungskraft  $K$  einen Schwellenwert  $K_s$  überschreitet, unter hohem Druck stehende Bremsflüssigkeit in die Radbremsen förderbar ist, die bei einer derartigen Vollbremsung durch Umschaltung der Steuerventilanordnung gegen die Druckausgänge des Hauptzylinders abgesperrt sind, und wobei eine elektrisch aktivierbare Vorladedruckquelle mit den Niederdruckseiten der Rückförderpumpen einzeln zugeordneten Versorgungsdruckausgängen vorgesehen ist, über welche den Rückförderpumpen unter einem für deren Druckaufbaubetrieb hinreichenden Mindestdruck stehende Bremsflüssigkeit zuführbar ist.

Die Vorladedruckquelle umfaßt zwei einem Vorderachs-Bremskreis und einem Hinterachs-Bremskreis der Bremsanlage je einzeln zugeordnete Vorladepumpen, mittels derer den Rückförderpumpen der ABS-Hydraulikeinheit auf einem Druckniveau von etwa 15 bar Bremsflüssigkeit aus dem Vorratsbehälter der Bremsanlage zuführbar ist. Bei einer Panikbremsung, die der Fahrer durch ein sehr rasches Betätigen des Bremspedals auslöst, werden die zwischen die Druckausgänge des Hauptzylinders und die Druckversorgungsanschlüsse der ABS-Hydraulikeinheit geschalteten Ventile der Steuerventilanordnung in ihre Sperrstellungen umgeschaltet und gleichzeitig die Vorladepumpen und die Rückförderpumpen aktiviert, deren Ausgangsdruck, welcher sehr rasch aufgebaut wird, über die Einlaßventile des Antiblockiersystems in die Radbremsen des Fahrzeuges eingekoppelt wird. Vom Fahrer durch die Betätigung des Hauptzylinders aus diesem verdrängte Brems-

flüssigkeit wird während der automatischen Vollbremsung in Pufferspeicher verdrängt, die, ausgebildet als Kolben-Federspeicher, auch die Funktion von Wegsimulatoren vermitteln und im Falle der automatisch gesteuerten Vollbremsung über eigens vorgesehene Einlaß-Ventile an die Druckausgänge des Hauptzylinders angeschlossen sind, die in den Grundstellungen dieser Einlaßventile gegen die Pufferspeicher abgesperrt sind. In Druckabbau-Phasen der automatisch gesteuerten Bremsung, in deren Verlauf der Bremsdruck in den Radbremsen den an den Druckausgängen des Hauptzylinders herrschenden Drücken, die mit Hilfe von Drucksensoren überwacht werden, nachgeführt, wobei der Druckabbau über Auslaßventile erfolgt, mittels derer die Rücklaufleitungen der Hydraulikeinheit des Antiblockiersystems mit dem — drucklosen — Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälter der Bremsanlage verbindbar sind.

Als ein Nachteil der bekannten Bremsdruck-Steuereinrichtung ist anzusehen, daß die Bremskreise bei Druckabbau-Phasen der selbsttätig gesteuerten Vollbremsung zum Vorratsbehälter hin geöffnet werden, was aus Sicherheitsaspekten unerwünscht ist, bzw. zusätzliche Überwachungsmaßnahmen der Ventile erfordert, was mit technischem Aufwand verbunden ist. Desweiteren ist der durch die Pufferspeicher als Weg-Simulator ermöglichte Pedalweg, da er nicht in einer direkten Relation zu dem in die Radbremsen eingekoppelten Bremsdruck steht, nur ein sehr ungenaues Maß für diesen Bremsdruck, dies insbesondere dann, wenn der Fahrer das Bremspedal mit relativ geringer Kraft betätigt, weil er die erzielte Fahrzeugverzögerung für ausreichend hält, mit der ungünstigen Folge, daß durch ein solches Verhalten des Fahrers die Vollbremsung gleichsam zu früh abgebrochen wird.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Bremsdruck-Steuereinrichtung der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, daß auch bei einer automatisch gesteuerten Vollbremsung die Bremsanlage mit geschlossenen Bremskreisen arbeitet und zumindest dann, wenn der Fahrer das Pedal mit einer Kraft betätigt, die im Hauptzylinder zu einem Ausgangsdruck führt, der größer ist als der Ausgangsdruck der badedruckquelle, eine Bremsdruck-Pedalweg-Charakteristik erzielbar ist, die weitgehend derjenigen bei einer Zielbremsung des Fahrzeuges entspricht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Hiernach sind den Bremskreisen einzeln zugeordnete Vorladezylinder vorgesehen, die einen einen Ausgangsdruckraum der über ein Vorlade-Steuerventil mit dem Niederdruck-Anschluß der Rückförderpumpe des jeweiligen Bremskreises verbindbar ist, gegen einen Antriebsdruckraum, an den der Druckausgang einer auf niedrigem Druckniveau von z. B. 15 bar arbeitenden Vorladepumpe angeschlossen ist, druckdicht abgrenzenden Kolben haben, der zwei in axialem Abstand voneinander angeordnete Flansche hat, zwischen denen sich ein mit einem der Druckausgänge des Bremsgeräts in ständig kommunizierender Verbindung gehaltener Nachlaufraum erstreckt und mit einem Rückschlagventil versehen ist, das einen den Nachlaufraum mit dem Ausgangsdruck verbindenden Durchflußkanal des Kolbens sperrt, so lange der Druck im Ausgangsdruckraum des Vorladezylinders größer ist als in dessen Nachlaufraum und diesen Durchflußpfad freigibt, wenn der Druck im Nachlaufraum bzw. am Druckausgang des Hauptzylinders größer ist als der Druck im Ausgangs-

druckraum des Vorladezylinders; weiter sind zwischen die Druckausgänge der Vorladezylinder und die Niederdruck-Versorgungsanschlüsse der Rückförderpumpen je ein Vorlade-Steuerventil geschaltet, die mittels der elektronischen Steuereinheit aus einer Sperrstellung in eine Durchflußstellung umschaltbar sind, und es sind die Antriebsdruckräume der Vorladezylinder mittels eines durch Ausgangssignale der elektronischen Steuereinheit ansteuerbaren Entlastungs-Steuerventils mit dem Vorratsbehälter der Bremsanlage verbindbar und gegen diese absperrbar, wodurch Druckabbau-Phasen der automatischen Vollbremsung steuerbar sind, ohne daß die Bremskreise selbst geöffnet werden müssen.

Unter der in aller Regel erfüllten Voraussetzung, daß der Fahrer das Bremspedal hinreichend kräftig betätigt, daß der dadurch im Hauptzylinder aufgebaute Druck größer ist als der Ausgangsdruck der Vorladedruckquelle ergibt sich eine Pedalweg-Bremsdruck-Charakteristik, die weitestgehend derjenigen entspricht, die sich ergäbe, wenn der Fahrer, wie es bei einer Zielbremsung der Fall ist, den Bremsdruck allein durch Betätigung des Bremspedals einsteuern würde, nämlich derart, daß einem großen Pedalweg auch ein hoher Bremsdruck entspricht.

Die erfindungsgemäße Bremsdruck-Steuereinrichtung hat daher auch die günstige Eigenschaft, daß das Ausgangssignal des Pedalstellungsgebers aus dessen Verarbeitung der Bedarf nach einer automatisch gesteuerten Vollbremsung erkennbar ist, ein sehr genaues Maß für den in die Radbremsen tatsächlich eingesteuerten Bremsdruck ist.

Wenn die Betriebsbremse des Fahrzeuges, wie üblich, als Zweikreis-Bremsanlage ausgebildet ist, so wird durch die gemäß Anspruch 2 vorgesehene integrierte Bauweise der beiden Vorladezylinder mit einem gemeinsamen Antriebsdruckraum eine erhebliche Vereinfachung der Bremsdruck-Steuereinrichtung erzielt, da dann auch nur eine Vorladepumpe und ein Entlastungs-Steuerventil benötigt werden.

In der gemäß Anspruch 3 vorgesehenen Auslegung der Bremsdruck-Steuereinrichtung ist diese sowohl zur Realisierung einer elektronisch gesteuerten Bremskraftverteilung geeignet, beispielsweise dahingehend, daß eine mindestens annähernd ideale, gleicher Kraftschlußausnutzung an den Vorderrädern und den Hinterrädern entsprechende Bremskraftverteilung erzielbar ist, als auch zur Realisierung einer Fahrdynamik-Regelung, die zum Zweck der Optimierung der Fahrstabilität des Fahrzeuges sowohl im Traktions- als auch im Bremsbetrieb die Bremsdruckbeaufschlagung einzelner oder mehrerer Radbremsen mit unterschiedlichen Bremsdrücken erfordern kann.

Ein gemäß Anspruch 4 vorgesehener und eingesetzter Drucksensor ermöglicht eine sehr genaue Erkennung des Fahrerwunsches und daher auch eine bedarfsgerechte Steuerung einer selbsttätig eingeleiteten Vollbremsung des Fahrzeuges.

Durch die gemäß Anspruch 5 vorgesehene Ausgestaltung der Bremsdruck-Steuereinrichtung wird deren Ansprechverhalten beschleunigt und dadurch im Ergebnis eine besonders wirkungsvolle Verkürzung des Bremsweges erzielt. Dasselbe gilt sinngemäß, wenn, wie gemäß den Ansprüchen 6 und 7 vorgesehen, auch die Art, wie der Fahrer das Fahrpedal betätigt, ausgenutzt wird, um den Fahrerwunsch nach einer Vollbremsung zu erfassen. Bauliche und funktionelle Einzelheiten der erfindungsgemäßen Bremsdruck-Steuereinrichtung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines speziell-

len Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnung, die ein elektrohydraulisches Schaltbild einer mit einer erfindungsgemäßen Bremsdruck-Steuereinrichtung ausgestatteten, hydraulischen Zweikreis-Bremsanlage eines Straßenfahrzeuges in schematisch vereinfachter Darstellung zeigt.

Bei der in der Zeichnung dargestellten, insgesamt mit 1 bezeichneten hydraulischen Zweikreis-Bremsanlage für ein durch diese repräsentiertes Straßenfahrzeug sind dessen linke Vorderradbremse 2 und dessen rechte Vorderradbremse 3 zu einem Vorderachs-Bremskreis I und die linke Hinterradbremse 4 sowie die rechte Hinterradbremse 5 zu einem Hinterachs-Bremskreis II zusammengefaßt.

Die beiden Bremskreise I und II sind als statische Bremskreise ausgebildet, deren Bremsdruck-Versorgung bei einer "normalen" Bremsung, d. h. einer mit mäßiger Fahrzeugverzögerung erfolgenden Zielbremsung, bei der die Bremsdruckentfaltung ausschließlich vom Fahrer durch Betätigung des Bremspedals 6 gesteuert wird, durch einen mittels des Bremspedals 6 über einen pneumatischen Bremskraftverstärker 7 betätigbaren Tandem-Hauptzylinder 8 für sich bekannter Bauart und Funktion erfolgt, der einen dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordneten — statischen — Druckausgang 9 und einen dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordneten — ebenfalls "statischen" — Druckausgang 11 hat, an denen bei einer Betätigung des Hauptzylinders 3 Drücke P<sub>V</sub>A und P<sub>H</sub>A im wesentlichen gleichen Betrages bereitgestellt werden.

Das Fahrzeug ist mit einem nach dem Rückförderprinzip arbeitenden, in bekannter Technik realisierten Antiblockiersystem ausgerüstet, das in der Zeichnung durch seine insgesamt mit 12 bezeichnete Hydraulikeinheit repräsentiert ist, welche den Vorderradbremmen 2 und 3 sowie den Hinterradbremmen 4 und 5 je einzeln zugeordnete Einlaßventile 13 und 14 bzw. 16 und 17 und den einzelnen Radbremsen 2 bis 5 ebenfalls je einzeln zugeordnete Auslaßventile 18 und 19 bzw. 21 und 22 als elektrisch steuerbare Bremsdruck-Regelventile und den beiden Bremskreisen I und II je einzeln zugeordnete Rückförderpumpen 23 und 24 umfaßt, mittels derer Bremsflüssigkeit, die in einer Bremsdruck-Abbauphase der Antiblockierregelung aus einer oder mehrerer der Radbremsen 2 bis 5 über eine Rücklaufleitung 26 bzw. 27 des jeweiligen Bremskreises I bzw. II in einen Niederdruckspeicher 28 bzw. 29 abgelassen wird, in die Hauptbremsleitung 31 bzw. 32 des Vorderachs-Bremskreises I bzw. des Hinterachs-Bremskreises II zurückförderbar ist. Die Niederdruck-Eingänge 33 und 34 der Rückförderpumpen 23 und 24 der beiden Bremskreise I und II sind an die Rücklaufleitungen 26 und 27 und die Niederdruckspeicher 28 und 29 des jeweiligen Bremskreises I bzw. II über je ein Rückschlagventil 36 bzw. 37 angeschlossen, das durch relativ höheren Druck in der Rücklaufleitung 26 bzw. 27 als an dem jeweiligen Niederdruckeingang 33 bzw. 34 der Rückförderpumpe 23 bzw. 24 in Öffnungsrichtung beaufschlagt und sonst gesperrt ist.

Die Hydraulikeinheit hat zwei, je einem der beiden Bremskreise I und II zugeordnete Versorgungsanschlüsse 38 und 39, von denen die "internen" Hauptbremsleitungen 31 und 32 ausgehen, von deren Verzweigungsstellen 35 und 40 die über die Einlaßventile 13 und 14 bzw. 16 und 17 der Vorderradbremmen 2 und 3 bzw. der Hinterradbremmen 4 und 5 zu den Steuerausgängen 41 und 42 sowie 43 und 44 der Hydraulikeinheit 12, an denen die Radbremsleitungen 46 und 47 bzw. 48

und 49 angeschlossen sind, führenden, "internen" Bremsleitungszweige 31' und 31'' bzw. 32' und 32'' ausgehen, sowie zwei weitere Versorgungsanschlüsse 51 und 52, die intern je einzeln mit dem Niederdruckeingang 33 bzw. 34 der Rückförderpumpe 23 des Vorderachs-Bremskreises I bzw. des Hinterachs-Bremskreises II verbunden sind.

Die insoweit geschilderten Bau- und Funktionselemente des Antiblockiersystems 12, dessen elektronische Steuereinheit und Raddrehzahlfühler der Einfachheit halber nicht dargestellt sind und nach Aufbau und Funktion als bekannt vorausgesetzt werden, sind auch Funktionselemente einer insgesamt mit 55 bezeichneten Bremsdruck-Steuereinrichtung, mittels derer in Fällen, in denen der Fahrer eine möglichst hohe Fahrzeugverzögerung ausnutzen möchte, selbsttätig gesteuert eine Vollbremsung durchführbar ist, bei der sämtliche Radbremsen 2 bis 5 — gleichzeitig — mit einem höchstmöglichen, mit dynamischer Stabilität des Fahrzeuges noch verträglichen Bremsdruck beaufschlagt werden, andererseits aber auch eine allgemein auf dynamische Stabilität des Fahrzeuges gerichtete Fahrdynamik-Regelung steuerbar ist, bei der, ohne daß der Fahrer die Bremsanlage 1 betätigt, eine oder mehrere der Radbremsen 3 bis 5 des Fahrzeuges mit Bremsdrücken gleichen oder unterschiedlichen Betrages beaufschlagbar sind, sei es, um im Sinne einer Antriebs-Schlupf-Regelung das Traktionsverhalten des Fahrzeuges zu optimieren, sei es im Sinne einer "reinen" Fahrdynamik-Regelung, bei der einzelne Radbremsen, auch solche nicht angetriebener Fahrzeugräder, aktiviert werden, um ein bestimmtes Lenkungs-Verhalten des Fahrzeuges zu erzielen.

Bei derartigen selbsttätig gesteuerten Aktivierungen einzelner oder sämtlicher Radbremsen werden als Bremsdruckquelle jeweils die Rückförderpumpen 23 und 24 der Hydraulikeinheit 12 des Antiblockiersystems ausgenutzt, im Falle der Traktions-Regelung und der Fahrdynamik-Regelung ausschließlich im Falle einer selbsttätig gesteuerten Vollbremsung im wesentlichen nur in deren Anfangsphase, derart, daß der Bremsdruck-Aufbaubetrieb der Rückförderpumpen 23 und 24 beendet wird, sobald der Fahrer diejenige Betätigungskraft auf das Bremspedal 6 ausübt, die auch bei konventioneller Gestaltung der Bremsanlage 1 zu demjenigen Bremsdruck führen würde, der mittels der Bremsdruck-Steuereinrichtung 55 schon nach einer sehr viel kürzeren Zeitspanne erreichbar ist.

Damit die üblicherweise als exzentergetriebene Freikolbenpumpen ausgebildeten Rückförderpumpen 23, 24 der ABS-Hydraulikeinheit 12 eine hinreichende Förderleistung entfalten können, ist es erforderlich, die Bremsflüssigkeit den Niederdruck-Eingängen 33 und 34 der Rückförderpumpen 23, 24 auf einem Mindest-Vorladedruck-Niveau von etwa 10 bis 15 bar zuzuleiten.

Zu diesem Zweck ist im Rahmen der Bremsdruck-Steuereinrichtung 55 eine insgesamt mit 56 bezeichnete Vorlade-Einrichtung vorgesehen, die beim dargestellten Ausführungsbeispiel eine elektrisch antreibbare Vorladepumpe 57, zwei den Bremskreisen I und II der Bremsanlage 1 je einzeln zugeordnete Vorladezylinder 58, 59 und ein elektrisch ansteuerbares Entlastungsventil 61 umfaßt.

Die beiden Vorladezylinder 58, 59 sind je für sich gesehen, in der Art eines Einkreis-Hauptzylinders ausgebildet, die je einen Ausgangsdruckraum 62 haben, in dem durch axiale Verschiebung eines insgesamt mit 63 bezeichneten Kolbens in alternativen Richtungen Druck auf- und abbaubar ist, der an je einem Ausgang 9'

bzw. 11' des Vorladezylinders 58 bzw. 59 bereitgestellt wird.

Diese Kolben 63 haben je zwei in axialem Abstand voneinander angeordnete gegen die Zylinderbohrung gleitfähig abgedichtete Kolbenflansche 64 und 66, zwischen denen sich ein im wesentlichen ringförmiger "Nachlauf-Raum" 67 erstreckt, der über einen Versorgungsanschluß 68 bzw. 69 mit je einem der statischen Druckausgänge 9 bzw. 11 des Tandem-Hauptzylinders 8 kommunizierend verbunden ist. Die Kolben 63 der Vorladezylinder 58 und 59 werden durch je eine Rückstellfeder 71 in ihre durch Anschlagwirkung definierte, maximalen Volumen des jeweiligen Ausgangsdruckraumes 62 entsprechende Grundstellung gedrängt, die in der Zeichnung dargestellt ist. Jeweils der den Nachlaufraum 67 gegen den Ausgangsdruckraum 62 abgrenzende Flansch 64 des Kolbens 63 ist mit einem als Sitzventil ausgebildeten Zentralventil 72 versehen, das in der dargestellten Grundstellung des Kolbens 63 durch Anschlagwirkung zwischen seinem Ventilkörper und einem gehäusefesten Anschlagbolzen oder -röhrchen 73 von seinem Ventil Sitz abgehoben ist, so daß über einen zentralen Kanal dieses Kolbenflansches 64 kommunizierende Verbindung zwischen dem Nachlaufraum 67 und dem Ausgangsdruckraum 62 des jeweiligen Vorladezylinders 58 bzw. 59 besteht.

Der zweite Kolbenflansch 66 des jeweiligen Vorladezylinderkolbens 63 bildet die axial bewegliche, druckdichte Abgrenzung des Nachlaufraumes 67 gegen einen Antriebsdruckraum 74, der über einen Steuereingang 76 mit dem von der Vorladepumpe 57 erzeugten Ausgangsdruck beaufschlagbar ist, welche, im Vorladebetrieb der Vorlade-Einrichtung 56 Bremsflüssigkeit aus dem Vorratsbehälter 77 der Bremsanlage 1 in diesen Antriebsdruckraum 74 fördert, wobei der Ausgangsdruck der Vorladepumpe 57 durch ein Druckbegrenzungsventil 75 auf einen definierten Wert um 15 bar begrenzt ist. Bei einer aus einer Druckbeaufschlagung des Antriebsdruckraumes 74 resultierenden Verschiebung der Vorladezylinderkolben 63 im Sinne einer Verdrängung von Bremsflüssigkeit aus den Ausgangsdruckräumen 62 der Vorladezylinder 58 und 59 gelangen deren Zentralventile 72 nach einem kleinen Anfangsabchnitt des Kolbenhubes in ihre Schließstellungen, so daß nunmehr in den Ausgangsdruckräumen 62 ein Druck aufbaubar ist, der bei der dargestellten Gestaltung der Flansche 64 und 66 der Kolben 63, in der diese jeweils dieselben wirksamen Querschnittsflächen haben, gleich dem Ausgangsdruck der Vorladepumpe 52 ist. Bei dem dargestellten, speziellen Ausführungsbeispiel sind die beiden Vorladezylinder 58 und 59 mit gemeinsamem Gehäuse 78 zu einer Baueinheit zusammengefaßt, die nur einen zentralen Antriebsdruckraum 74 benötigt. Ein zur Druckentlastung des Antriebsdruckraumes 74 der beiden Vorladezylinder 58 und 59 vorgesehener Steuerausgang 79 ist in der Grundstellung des als 2/2-Wege-Magnetventil ausgebildeten Entlastungsventils 61 mit dem Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälter 72 der Bremsanlage I verbunden und in der dem Druckaufbaubetrieb der Vorladezylinder 58 und 59 zugeordneten Funktionsstellung I des Entlastungsventils 61 gegen den Vorratsbehälter 77 abgesperrt.

In dem nicht aktivierten Zustand der Vorladeeinrichtung 56 entsprechenden Grundstellungen des Entlastungsventils 61 sowie der Kolben 63 der Vorladezylinder 58 und 59 ist der dem Vorderachs-Bremskreis zugeordnete Druckausgang 9 des Hauptzylinders 8 mit dem Druckausgang 9' des dem Vorderachs-Bremskreis I zu-

geordneten Vorladezylinders 58 verbunden, desgleichen der dem Hinterachs-Bremskreis zugeordnete Druckausgang 11 des Tandem-Hauptzylinders 8 mit dem Druckausgang 11' des dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordneten Vorladezylinders 59 der Vorladeeinrichtung 56.

Diese bei nicht aktivierter Vorladeeinrichtung 56 eingenommenen Grundstellungen des Entlastungsventils 61 sowie der Kolben 63 der Vorladezylinder 58 und 59 sind dem "normalen" Zielbremsbetrieb der Bremsanlage I zugeordnet, in welcher der Fahrer durch Betätigung des Bremspedals 6 einen zu dessen Betätigungsweg bzw. -kraft proportionalen Bremsdruck P<sub>Va</sub> bzw. P<sub>HA</sub> in die Radbremsen 2 bis 5 einsteuern kann. Dem Zielbremsbetrieb der Bremsanlage I zugeordnet sind auch die Grundstellungen 0 in einem insgesamt mit 81 bezeichneten Steuerventilblock zusammengefaßter elektrisch ansteuerbarer Umschaltventile 82 und 83 und Vorlade-Steuerventile 84 und 86, der den hydraulischen Anschluß der Druckausgänge 9' und 11' der Vorladezylinder 58 und 59 an die Druckversorgungsanschlüsse 38 und 39 sowie die mit den Niederdruckeingängen 33 bzw. 34 der Vorladepumpen 23 und 24 verbundenen Versorgungsanschlüssen 51 und 52 der Hydraulikeinheit 12 des Antiblockiersystems vermittelt.

Dieser Steuerventilblock 81 umfaßt ein erstes, durch Ausgangssignale einer elektronischen Steuereinheit 87 der Bremsdruck-Steuereinrichtung 55 ansteuerbares, als 2/2-Wege-Magnetventil ausgebildetes Umschaltventil 82, dessen Grundstellung 0 seine Durchflußstellung ist, in welcher der Druckausgang 9' des dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordneten Vorladezylinders 58 mit dem Versorgungsanschluß 38 der ABS-Hydraulikeinheit 12 verbunden ist, von dem deren Hauptbremsleitung 31 ausgeht; in der bei Erregung seines Steueramgneten 88 eingenommenen Sperrstellung 1 dieses Umschaltventils 82 vermittelt dieses auch die Funktion eines Druckbegrenzungsventils auf einen Wert von maximal z. B. 150 bar.

Ein zweites, zu diesem ersten Umschaltventil 82 analoges Umschaltventil 83 vermittelt in seiner Grundstellung 0 die Verbindung des Druckausganges 11' des dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordneten Vorladezylinders 59 mit dem Versorgungsanschluß 39 der Hydraulikeinheit 12 des Antiblockiersystems, von dem die Hauptbremsleitung 32 des Hinterachs-Bremskreises II ausgeht.

Zu den beiden Umschaltventilen 82 und 83 ist je ein Rückschlagventil 89 bzw. 90 parallel geschaltet, das durch relativ höheren Druck am jeweiligen Druckausgang 9' bzw. 11' des jeweiligen Vorladezylinders 58 bzw. 59 als in der Hauptbremsleitung 31 bzw. 32 der Hydraulikeinheit 12 in Öffnungsrichtung beaufschlagt und sonst gesperrt ist.

Die im Rahmen des Steuerventilblocks 81 weiter vorgesehenen Vorlade-Steuerventile 84 und 86 sind als 2/2-Wege-Ventile ausgebildet, die eine sperrende Grundstellung 0 und als erregte Stellung 1 eine Durchflußstellung haben, wobei in der erregten Stellung des dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordneten Vorlade-Steuerventils 84 der Druckausgang 9' des diesem Bremskreis zugeordneten Vorladezylinders 58 mit dem Niederdruckeingang 33 der Rückförderpumpe 23 verbunden ist, während in der Durchflußstellung 1 des anderen Vorlade-Steuerventils 86 des Steuerventilblocks 81 der Druckausgang 11' des dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordneten Vorladezylinders 59 mit dem Niederdruckeingang 34 der Rückförderpumpe 24 des Hin-

terachs-Bremskreises II verbunden ist.

Die Bremsanlage I ist mit einem elektronischen oder elektromechanischen Pedalstellungsgeber 91 ausgerüstet, der für die jeweilige Position  $\phi$  des Bremspedals 6 charakteristische elektrische Ausgangssignale erzeugt, die der elektronischen Steuereinheit 87 zugeleitet sind und von dieser sowohl in Einheiten des Bremsdruckes, den der Fahrer in die Bremsanlage I einsteuern möchte als auch in Einheiten der Geschwindigkeit  $\phi$  auswertbar sind, mit der der Fahrer das Bremspedal 6 betätigt.

Desweiteren ist ein elektronischer oder elektromechanischer (Vor-) Drucksensor 92 vorgesehen, der für den Druck P<sub>Va</sub>, der an dem dem Vorderachs-Bremskreis zugeordneten Druckausgang 9 des Tandem-Hauptzylinders 8 bereitgestellt wird, charakteristische elektrische Ausgangssignale erzeugt, die ebenfalls der elektronischen Steuereinheit 87 zugeleitet sind und die Information darüber beinhalten, welchen Bremsdruck P<sub>Va</sub> der Fahrer — im Zielbremsbetrieb der Bremsanlage I — in den Vorderachs-Bremskreis I einsteuert und/oder mit welcher Kraft K der Fahrer das Bremspedal 6 betätigt und mit welcher zeitlichen Änderungsrate K diese Kraft K aufgebaut oder zurückgenommen wird. Ein analoger (Vor-) Drucksensor 92' kann, wie gestrichelt angedeutet, auch für den dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordneten Druckausgang 11 des Tandem-Hauptzylinders 8 vorgesehen sein.

Als weiterer Signalgeber, der ein der elektronischen Steuereinheit 87 zugeleitetes Ausgangssignal erzeugt, sobald der Fahrer die Bremsanlage I betätigt, ist ein elektrischer Schalter 93 vorgesehen, der unmittelbar darauf anspricht, wenn das Bremspedal 6 aus seiner dem nicht betätigten Zustand der Bremsanlage I entsprechenden Grundstellung ausgerückt wird, so daß dessen Ausgangssignal gleichsam als zeitliches Referenzsignal für den Beginn einer Bremsung ausnutzbar ist. Als diesbezüglicher Schalter kann der vorgeschriebene Bremslichtschalter ausgenutzt werden, der zum angegebenen Zweck jedoch einer genauen Justierung und Realisierung mit empfindlicher Schalt-Charakteristik bedarf.

Um möglichst frühzeitig einen Wunsch des Fahrers nach einer Bremsung mit hoher Fahrzeugverzögerung erkennen zu können, ist auch ein die Position des Fahrpedals 94 des Fahrzeuges überwachender Fahrpedal-Stellungsgeber 96 vorgesehen, der ein der elektronischen Steuereinheit 87 der Bremsdruck-Steuereinrichtung 55 zugeleitetes elektrisches Ausgangssignal erzeugt, das sowohl die Information über die Pedalstellung  $\alpha$  als auch über deren zeitliche Änderung  $\dot{\alpha}$  beinhaltet, die mittels der elektronischen Steuereinheit 87 auswertbar ist/sind.

Zur Überwachung der Ist-Werte der Bremsdrücke, die bei einer gegebenenfalls einer Antiblockierregelung unterworfenen Bremsung oder bei einer automatisch gesteuerten Aktivierung einer oder mehrerer der Radbremsen 2 bis 5 in diesen herrschen, sind schließlich den Radbremsen 2 bis 5 einzeln zugeordnete elektronische oder elektromechanische Drucksensoren 97 vorgesehen, deren Ausgangssignale ebenfalls der elektronischen Steuereinheit 87 zugeleitet sind.

Mit der Bremsdruck-Steuereinrichtung 55, 87 einschließlich der erläuterten Sensorik sind über eine normale Bremsung hinaus mindestens die folgenden Funktionen darstellbar:

1. Automatisch gesteuerte Vollbremsung — "Bremsassistent-Funktion" —

Bei einer sehr schnellen Betätigung des Bremspedals 6, die von der elektronischen Steuereinheit 87 anhand einer zeitlich differenzierenden Verarbeitung der Ausgangssignale des Pedalstellungsgebers 91 und/oder der Ausgangssignale des am Hauptzylinder 8 vorgesehenen Druckgebers 92 z. B. daraus erkannt wird, daß hierbei ein Schwellenwert  $q_s$  der Pedal-Betätigungsgeschwindigkeit  $\dot{q}$  und/oder ein Schwellenwert  $K_s$  der Änderungsrate  $K$  der Kraft  $K$ , mit der der Fahrer das Bremspedal 6 betätigt, überschritten wird/werden und als Fahrerwunsch dahingehend interpretiert wird, daß eine Vollbremsung erfolgen soll, werden, gesteuert durch Ausgangssignale der elektronischen Steuereinheit 87, das Entlastungsventil 61 in seine Sperrstellung I umgeschaltet, die Vorladepumpe 57 aktiviert, die Umschaltventile 82 und 33 in deren jeweilige Sperrstellung gesteuert, die Vorlade-Steuerventile 84 und 86 in ihre Durchflußstellungen I umgeschaltet und die Rückförderpumpen 23 und 24 der Hydraulikeinheit 12 des Antiblockiersystems eingeschaltet.

Als Folge des in dem gemeinsamen Antriebsdruckraum 74 der beiden Vorladezylinder 58 und 59 sich aufbauenden Druckes werden die Kolben 63 der Vorladezylinder 58 und 59 im Sinne eines Druckaufbaues in deren Ausgangsdruckräumen 62 beaufschlagt, wobei nach Ausführung des Schließhubes der Zentralventile 72 — zunächst — die Verbindung zwischen den Ausgangsdruckräumen 62 und dem Hauptzylinder 8 abgesperrt wird.

Die aus den Ausgangsdruckräumen 62 der Vorladezylinder 58 und 59 verdrängte Bremsflüssigkeit, die unter einem etwa dem Ausgangsdruck der Vorladepumpe 57 entsprechenden Druck steht, wird über die in ihren Durchflußstellungen I befindlichen Vorlade-Steuerventile 84 und 86 zu den Niederdruckeingängen 33 und 34 der beiden Rückförderpumpen 23 und 24 gefördert und von diesen mit rasch ansteigendem Druckniveau, dessen Maximalwert durch die in die Umschaltventile 82 und 83 integrierten Druckbegrenzungsventile 98 bestimmt ist, in die Radbremsen 2 bis 5 des Fahrzeuges gefördert.

Diese Art der Steuerung einer Vollbremsung, die zu einem sehr viel schnelleren Bremsdruckanstieg in den Radbremsen 2 bis 5 führt, als wenn der Bremsdruck allein durch Betätigung des Tandem-Hauptzylinders 8 gesteuert würde, kann auch schon dann ausgelöst werden, wenn der Fahrer das Fahrpedal sehr rasch zurücknimmt, was die elektronische Steuereinheit 87 aus einer differenzierenden Verarbeitung der Ausgangssignale des Fahrpedalstellungsgebers 96 erkennt, und der Fahrer unmittelbar danach, d. h. innerhalb einer Zeitspanne die etwa der durchschnittlichen Reaktionszeit eines Normalfahrers entspricht, das Bremspedal 6 betätigt, was von der elektronischen Steuereinheit 87 z. B. anhand des Ausgangssignals des Schalters 93 erkennbar ist, das schon auftritt, bevor die elektronische Steuereinheit 87 aus einer zeitlich differenzierenden Verarbeitung von Ausgangssignalen des Pedalstellungsgebers 91 erkennen könnte, daß der Fahrer eine Vollbremsung wünscht. Die Auslösung der Vollbremsung mittels des Pedalschalters 93 ergibt somit ein sehr sensibles Ansprechverhalten der Bremsdruck-Steuereinrichtung 55.

Für eine Aufrechterhaltung der automatischen Steuerung der Vollbremsung geeignete, mittels der elektronischen Steuereinheit 87 auf einfache Weise erkennbare Kriterien bestehen darin, daß der Fahrer, nachdem die automatische Steuerung der Bremsung schon begonnen hat, die Betätigungskraft  $K$  weiter steigert, was am Ausgangssignal des (Vor-) Drucksensors 92 und/oder 92'

erkennbar ist und/oder, daß das Bremspedal 6 in Bremsdruck-Aufbaurichtung bewegt wird, was dann möglich ist, wenn die Ausgangsdrücke an den Druckausgängen 9 und 11 des Hauptzylinders 8 größer sind als die in den Ausgangsdruckräumen 62 der Vorladezylinder 58 und 59 herrschenden Drücke, so daß über die in diesem Falle als in Öffnungsrichtung beaufschlagte Rückschlagventile wirkenden Zentralventile 72 Bremsflüssigkeit aus dem Hauptzylinder 8 über die Nachlauf Räume 67 der Vorladezylinder 58 und 59 und die — offenen — Zentralventile 72 in die Ausgangsdruckräume 62 überströmen kann.

Die automatische Steuerung der Vollbremsung wird dadurch unterbrochen und in eine "normale", d. h. allein durch Betätigung des Hauptzylinders gesteuerte Bremsung übergeführt, daß die Vorladepumpe 57 und die Rückförderpumpen 23 und 24 abgeschaltet werden und die Umschaltventile 82 und 83 sowie die Vorlade-Steuerventile 84 und 86 und das Entlastungsventil 61 wieder in ihre Grundstellungen 0 zurückgeschaltet werden, wobei der Druckabbau im gemeinsamen Antriebsdruckraum 74 der beiden Vorladezylinder 58 und 59 durch gepulste Ansteuerung des Entlastungsventils 61 verzögert erfolgen kann.

Der Übergang zur "normalen" Steuerung der Bremsanlage wird spätestens dann vollzogen, wenn im Zuge der automatisch gesteuerten Vollbremsung das Antiblockiersystem an einem der Bremskreise anspricht oder wenn das Ausgangssignal des Pedalstellungsgebers 91 anzeigt, daß der Fahrer das Bremspedal 6 zurücknimmt und/oder anhand des Ausgangssignals des (Vor-) Drucksensors 92 bzw. 92' erkennbar ist, daß der Fahrer die Pedalbetätigungskraft reduziert, wobei die Zurücknahme der Pedalbetätigungskraft  $K$  dominant gegenüber dem Kriterium sein sollte, daß der Fahrer das Bremspedal noch in Druckaufbaurichtung betätigt.

## 2. Fahrdynamik-Regelung — Selbsttätige Aktivierung mindestens einer Radbremse —

Der Bremsdruck-Aufbau erfolgt wie für den Fall der automatisch gesteuerten Vollbremsung geschildert. Die Auswahl der zu aktivierenden Radbremse, z. B. der linken Vorderradbremse 2 erfolgt dadurch, daß nur deren Einlaßventil 13 in seiner offenen Grundstellung 0 gehalten bleibt, während die Einlaßventile 14, 16 und 17 der übrigen Radbremsen 3 bis 5 in ihre Sperrstellung I umgeschaltet werden. Die Überwachung des Bremsdruckes erfolgt mit Hilfe des Drucksensors 97 der Radbremse 2.

Der Druckabbau erfolgt zweckmäßigerweise bei gesperrtem Einlaßventil 13 durch Öffnen des Auslaßventils 18 der Radbremse 2 und gleichzeitiges Umschalten des Umschaltventils 82 in dessen Grundstellung 0 sowie des Vorladesteuerventils 84 in dessen sperrende Grundstellung 0, während die Rückförderpumpen 23 und 24 und die Vorladepumpe 57 aktiviert bleiben, so daß durch die nunmehr im Rückförderbetrieb arbeitende Rückförderpumpe 23 der Druck in der zuvor aktivierten Radbremse 2 abgebaut werden kann, gleichzeitig aber die Bereitschaft der Bremsdruck-Steuereinrichtung 55 zur Druckbeaufschlagung einer anderen Radbremse und/oder zum Druck-Wiederaufbau aufrechterhalten bleibt.

Auf analoge Weise ist auch die Funktion einer Antriebs-Schlupf-Regelung darstellbar, bei der, für den Fall, daß das Fahrzeug einen Hinterachs-Antrieb hat, die beiden Hinterradbremsen 4 und 5 einzeln oder ge-

Bremsanlage (1) ein Signal erzeugt, bevor eine Verarbeitung der positionscharakteristischen Signale des Pedalstellungsgebers (71) zu dem für  $\phi > \phi_s$  charakteristischen Signal der elektronischen Steuereinheit (87) führen kann, und daß mit dem Auftreten dieses Betätigungssignals die Vorladepumpe (57) und die Rückförderpumpen (23 und 24) der einzelnen Bremskreise (I und II) aktiviert werden, und daß mit dem Einsetzen des für  $\phi > \phi_s$  charakteristischen Signals die Umschaltventile (82 und 83) in deren Sperrstellung (I), die Vorlade-Steuerventile (84 und 86) in deren Durchflußstellung (1) und das Entlastungsventil (61) in dessen Sperrstellung steuerbar sind.

6. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die elektronische Steuereinheit (87) ein die Aktivierung der Vorladepumpe (57) und der Rückförderpumpen (23 und 24) der einzelnen Bremskreise (I und II) und gegebenenfalls ein die Absperrung des Antriebsdruckraumes (74) der Vorladezylinder (58 und 59) gegen den Vorratsbehälter (77) der Bremsanlage vermittelndes Signal schon dann auslöst, wenn der Fahrer bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit, die größer als ein vorgegebener Schwellenwert  $v_s$  ist, das zur Steuerung der Fahrzeuggeschwindigkeit vorgesehene Steuerelement (94) zurücknimmt.

7. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das die Aktivierung der Vorladepumpe(n) (57) und der Rückförderpumpen (23 und 24) und die Absperrung des Antriebsdruckraumes (74) der Vorladezylinder (58 und 59) gegen den Vorratsbehälter (77) vermittelnden Signals schon dann ausgelöst wird, wenn der Fahrer das zur Steuerung der Fahrzeuggeschwindigkeit vorgesehene Fahrpedal (94) mit einer Geschwindigkeit  $\alpha$  zurücknimmt, die größer ist als ein vorgegebener Schwellenwert.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen



